

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-185779

(43) 公開日 平成8年(1996)7月16日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 H 47/00	K			
47/22	A			

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平6-324974

(22) 出願日 平成6年(1994)12月27日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 村松 直樹

名古屋市東区矢田南五丁目1番14号 三菱

電機株式会社名古屋製作所内

(72) 発明者 金原 好秀

名古屋市東区矢田南五丁目1番14号 三菱

電機株式会社名古屋製作所内

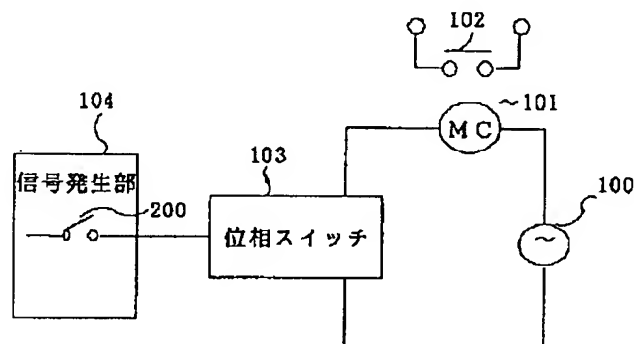
(74) 代理人 弁理士 高田 守 (外4名)

(54) 【発明の名称】 電磁接触器

(57) 【要約】

【目的】 電磁接触器の投入時の衝撃力を軽減すること。

【構成】 交流電源100により電磁石101を吸引・解放させて接点を開閉する電磁接触器において、交流電源100の電圧を任意の位相により投入するスイッチ手段と、スイッチ手段の任意の位相を調整する位相調整手段103とを備え、位相調整手段103は、電磁石101の可動鉄心1が固定鉄心20に衝突する速度が遅くなる位相であると共に、可動鉄心1の衝突速度 v の微分値 $dv/d\alpha$ がゼロ又はゼロ付近にて電磁石101を励磁するものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 交流電源により電磁石を吸引・解放させて接点を開閉する電磁接触器において、上記交流電源の電圧を任意の位相により投入するスイッチ手段と、上記スイッチ手段の任意の位相を調整する位相調整手段とを備え、上記位相調整手段は、上記電磁石の可動鉄心が固定鉄心に衝突する速度が遅くなる位相であると共に、可動鉄心の衝突速度 v の微分値 $dv/d\alpha$ がゼロ又はゼロ付近にて上記電磁石を励磁することを特徴とする電磁接触器。

【請求項2】 交流電源により電磁石を吸引・解放させて接点を開閉すると共に、可動鉄心の衝突速度 v の微分値 $dv/d\alpha$ がゼロになる点を複数有する電磁接触器において、上記交流電源の電圧の任意の位相にて投入するスイッチ手段と、上記スイッチ手段の任意の位相を調整する位相調整手段とを備え、上記位相調整手段は、上記電磁石の可動鉄心が固定鉄心に衝突する速度が遅くなる位相であると共に、可動鉄心の衝突速度 v の微分値 $dv/d\alpha$ がゼロ又はゼロ付近となる最も早い位相にて上記コイルを励磁することを特徴とする電磁接触器。

【請求項3】 上記位相調整手段は、操作信号によりリセットを解除し、ゼロクロス検出部の出力信号によりセットされる第1の記憶手段と、予め定めた設定電圧と交流電源の電圧とを比較する比較手段と、操作信号によりリセットを解除し、上記第1の記憶手段の出力信号及び上記比較手段の出力信号によりセットされる第2の記憶手段とを備えたことを特徴とする請求項1又は2記載の電磁接触器。

【請求項4】 電磁接触器開閉用のスイッチ手段、電磁接触器の電磁石、位相制御するスイッチ手段とを直列に接続し、上記直列回路の電流を検出する電流検出部と、上記位相制御するスイッチ手段の間の電圧を検出する電圧検出部とを備え、上記位相制御するスイッチ手段の投入を上記電圧検出部の出力又は上記電流検出部の出力によって制御することを特徴とする請求項1又は2記載の電磁接触器。

【請求項5】 位相制御するスイッチ手段は第1のスイッチング素子と第2のスイッチング素子との間に全波整流ブリッジが接続され、電流検出部は上記全波整流ブリッジの出力に抵抗を接続し、上記抵抗の電圧により回路に流れる電流を検出することを特徴とする請求項4記載の電磁接触器。

【請求項6】 電磁接触器の接点と並列に接続した全波整流ブリッジと、上記全波整流ブリッジの出力に直列接続されたコンデンサと、上記コンデンサと並列に抵抗及びスイッチング素子を直列接続した回路を接続させ、上記電磁接触器の電磁石の印加電圧の有無を検出し、上記スイッチング素子をオン・オフ制御することを特徴とする請求項1又は2記載の電磁接触器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は電磁石のコイルの励磁をオン又はオフすることにより可動鉄心を固定鉄心に吸引・解放することにより接点を開閉する電磁接触器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の電磁接触器を図26によつて説明する。図26は電磁接触器の電磁石の断面図である。電磁接触器の構造は可動鉄心1と可動鉄心1と連結された図示しない可動接点部からなる可動部と、固定鉄心20、コイル21等から成る固定部に大別される。固定鉄心20は衝撃緩衝用部材であるゴム板22を介し図示しない取付台内に収納されている。コイル21はボビン24に巻回され、固定鉄心20の中央脚に嵌合されている。可動鉄心1の中央脚とボビン24の間に円すい形の引き外しばね31が介在している。

【0003】 次に電磁接触器の動作を図26を参照して説明する。コイル21に電流が流れると固定鉄心20は磁化され、可動鉄心1との間に電磁吸引力が発生し、可動鉄心1は引き外しばね31に抗して固定鉄心20に吸引される。この運動過程において図示していない可動接触子の接点は固定接触子の接点に接触押圧されて閉成する。又、コイル21の電流が遮断され、固定鉄心20と可動鉄心1との間の電磁吸引力が消滅すると引き外しばね31により可動鉄心1は元の位置に移動し、該接点の接触も開放される。このように直接電磁石の電源を開閉動作させている。

【0004】 他の従来の電磁接触器を図27によつて説明する。図27は特公昭51-32297号公報に開示された「接点投入回路」を示す。この接点投入回路はコイルの投入位相をチャタリングの発生を少ない位相角にするものである。図27(a)において、コイル21と交流電源100と制御整流素子41とが投入スイッチ101を介して直列に接続されている。又、電源100と位相信号発生回路40とが投入スイッチ11を介して直列に接続されている。位相信号発生回路40は交流電源100の電圧が V_{BO} 値になると制御整流素子41にトリガー信号を発生する構成となっている。

【0005】 図27(b)は位相信号発生回路Aの電圧 V_{BO} 値と電源100の電圧波形との関係を示したものである。この図より電圧 V_{BO} 値に相当する位相角が 25° であるため $0 \sim 25^\circ$ 迄の間に投入スイッチ11が閉成された時はそのままコイル21を励磁する。一方、 25° 以上の位相角で投入された時は次のサイクルの $0 \sim 25^\circ$ まで、待ってから、制御整流素子41を導通させ、コイル21を励磁して接点のチャタリングの発生を少なくしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように第1の従来の電磁接触器においては、電源の投入位相が任意であ

るので、可動鉄心1の固定鉄心20への衝突速度に大きな変動が生じていた。

【0007】又、第2の従来技術では接点のチャタリングの発生を少なくする位相であるため、以下に示す理由により可動鉄心1が固定鉄心20へ衝突する速度を抑制するには充分でなかった。即ち、接点のチャタリングを少なくするには可動鉄心1が固定鉄心20へ吸着されるまでのストロークの途中において、可動鉄心1と固定接点とが衝突する速度を低く設定することになる。これに対して、可動鉄心1が固定鉄心20へ衝突する衝撃を低くするには可動鉄心1のストロークのほぼ最終時点の速度を低くすることであり、可動鉄心1のストロークの特定の通過点の速度を低くすることとは異なる。

【0008】上記を検証するために図28にある電磁接触器について、横軸に可動鉄心1の変位Xに対し、可動鉄心1の吸引の速度Vを縦軸にして求めた計算結果を示す。図28は電源の投入位相は35°と90°の場合を示している。可動鉄心1が約4mmのストロークにおいて2.5mmに変位した位置で固定接点（接触子）に衝突する。図28から、電源の投入位相が35°と90°の場合には、接点投入時の速度Vは0.6m/s程度でほぼ等しい。これに対して可動鉄心1が固定鉄心20に衝突する速度Vは電源の投入位相により大幅に異なる。すなわち、該速度Vは90°のときは約1.6m/sに増大しており、これは35°の場合の約0.4m/sに比べて4倍となる。ところで、接点のチャタリング時間は接点の投入速度に依存しており、速度が大きいほど時間は長くなる。従って、接点のチャタリング時間はほぼ等しいのに対して、鉄心の衝撃力は4倍の差異がある。このため、可動鉄心1の動作途中の接点が接触する速度を遅くしてチャタリングの発生を少なくしているにも拘らず、可動鉄心1が固定鉄心20に衝突する速度が速くなり、電磁接触器の寿命を低下させることがあった。

【0009】更に、可動鉄心1の衝撃が少ないにも拘らず、接点のチャタリングの発生が生じ易いことも生じるので、接点にアーク放電を生じさせ、接点の寿命を短くしていた。

【0010】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、第1に電磁接触器のコイルの電圧の投入位相を制御することにより衝撃力を軽減でき寿命の長い電磁接触器を得ることを目的とする。

【0011】第2に、衝撃力を軽減でき寿命の長い電磁接触器を得ると共に、接点のアーク放電を防ぎ、接点の寿命の長い電磁接触器を得ることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係る電磁接触器は、交流電源により電磁石を吸引・解放させて接点を開閉する電磁接触器において、上記交流電源の電圧を任意の位相により投入するスイッチ手段と、上記スイッチ手段の任意の位相を調整する位相調整手段とを備え、

上記位相調整手段は、上記電磁石の可動鉄心が固定鉄心に衝突する速度が遅くなる位相であると共に、可動鉄心の衝突速度 v の微分値 $dv/d\alpha$ がゼロ又はゼロ付近にて上記電磁石を励磁することを特徴とするものである。

【0013】又、第2の発明に係る電磁接触器は、交流電源により電磁石を吸引・解放させて接点を開閉すると共に、可動鉄心の衝突速度 v の微分値 $dv/d\alpha$ がゼロになる点を複数有する電磁接触器において、上記交流電源の電圧の任意の位相にて投入するスイッチ手段と、上記スイッチ手段の任意の位相を調整する位相調整手段とを備え、上記位相調整手段は、上記電磁石の可動鉄心が固定鉄心に衝突する速度が遅くなる位相であると共に、可動鉄心の衝突速度 v の微分値 $dv/d\alpha$ がゼロ又はゼロ付近となる最も早い位相にて上記コイルを励磁することを特徴とするものである。

【0014】又、第3の発明に係る電磁接触器は、上記位相調整手段は、操作信号によりリセットを解除し、ゼロクロス検出部の出力信号によりセットされる第1の記憶手段と、予め定めた設定電圧と交流電圧とを比較する比較手段と、操作信号によりリセットを解除し、上記第1の記憶手段の出力信号と上記比較手段の出力信号によりセットされる第2の記憶手段とを備えたものである。

【0015】又、第4の発明に係る電磁接触器は、電磁接触器開閉用のスイッチ、電磁接触器の電磁石、位相制御するスイッチ手段とを直列に接続し、上記直列回路の電流を検出する電流検出部と、上記位相制御するスイッチ手段の間の電圧を検出する電圧検出部とを備え、上記位相制御するスイッチ手段の投入を上記電圧検出部の出力又は上記電流検出部の出力によって制御することを特徴とするものである。

【0016】又、第5の発明に係る電磁接触器は、位相制御するスイッチ手段は第1のスイッチング素子と第2のスイッチング素子との間に全波整流ブリッジが接続され、電流検出部は上記全波整流ブリッジの出力に抵抗を接続し、上記抵抗の電圧により回路に流れる電流を検出することを特徴とするものである。

【0017】又、第6の発明に係る電磁接触器は、電磁接触器の接点と並列に接続した全波整流ブリッジと、上記全波整流ブリッジの出力に直列接続されたコンデンサと、上記コンデンサと並列に抵抗及びスイッチング素子を直列した回路を接続させ、上記電磁接触器の電磁石の印加電圧の有無を検出し、上記スイッチング素子をオン・オフ制御することを特徴とするものである。

【0018】

【作用】第1の発明に係る電磁接触器によれば、可動鉄心が固定鉄心に衝突する速度が遅くなる位相で電磁石を励磁する。

【0019】第2の発明に係る電磁接触器によれば、可動鉄心が固定鉄心に衝突する速度が遅くなる最小の位相で電磁石を励磁する。

【0020】第3の発明に係る電磁接触器によれば、第1の記憶手段は操作信号によりリセットを解除し、ゼロクロス検出部の出力信号でセットされ、第2の記憶手段は設定器の設定電圧と交流電圧を比較し、操作信号によりリセットを解除し、上記第1の記憶手段の出力と比較手段の出力によりセットされる。

【0021】第4の発明に係る電磁接触器によれば、スイッチ手段がオフの時は電圧検出部が電圧を検出し、スイッチ手段がオンの時は電流検出部が電流を検出する。

【0022】第5の発明に係る電磁接触器によれば、電流検出部は電流スイッチ部の直列に接続した2個のスイッチング素子の間にブリッジ接続した整流器を挿入し、上記整流器の出力に抵抗を接続し、上記抵抗の電圧を検出して回路に流れる電流を検出する。

【0023】第6の発明に係る電磁接触器によれば、接点に対し、並列にブリッジ接続した整流器を接続し、上記整流器の整流出力にはコンデンサ、抵抗とスイッチング素子の直列体を並列に接続し、上記電磁接触器の電磁石の電圧を検出し、上記スイッチング素子をオン・オフして接点のアーク放電を防止するものである。

【0024】

【実施例】

実施例1. この発明の電磁接触器の一実施例を図1について説明する。図1において、交流電源100、電磁石101、スイッチ手段を内蔵した位相スイッチ103に直列接続され、スイッチ手段を投入動作させる操作信号を発生する信号発生部104と位相スイッチ103とを接続する。位相スイッチ103はコイル101に印加される交流電源100の電圧位相を零から一定位相 α 後にオン（以下、投入位相という。）制御する。信号発生部104は常開接点200を内蔵しており、常開接点200の開放・閉成によって位相スイッチ103の動作指令を与えるものである。

【0025】ここで、投入位相 α と可動鉄心1が固定鉄心20に衝突するときの衝突速度 V_m の関係を図2に示す。図2において、縦軸が衝突速度 V_m で、横軸が投入位相 α を示し、投入位相 α により衝突速度 V_m は約0.4～1.6m/sと大きく変動する。又、投入位相 α は衝突速度 V_m が遅くなる点140、141、142、143のいずれかに設定する。一般的に鉄心の衝撃応力は衝突速度に比例する。このため衝突速度は低ければ低いほど衝撃応力は低減し、鉄心の摩耗寿命は増大する。しかし投入精度の誤差などを考慮すると投入位相 α は±5%程度に選定することになる。なお、衝突速度の許容範囲を緩和すればこれ以外の位相でも良いことは勿論である。

【0026】位相スイッチ103の投入位相 α の具体的な設定手段を図3に基づいて説明する。図3において、交流電源100、電磁石101、位相スイッチ103とを直列に接続され、信号発生部104と位相スイッチ10

3とを接続する。位相調整手段を内蔵した投入位相検出部180Bを位相スイッチ103に接続する。ここで、投入位相検出部180Bは可変抵抗器等により投入位相 α を任意に設定できる機能を有しており、詳細な構成は後述の実施例に記載してある。可動鉄心1の上部突起部20aに非接触レーザドップラ方式の速度計500のプローブ500Aを平行に配置する。

【0027】上記の構成において、常開接点200を閉成して位相スイッチ103をオン待機状態にし、スイッチ手段の投入位相 α を可変抵抗器によって設定する。このような設定において、位相スイッチ103をオンさせ、電磁石101を励磁して可動鉄心1を動作させ、インジケータ500Bに表示された速度を測定者が目視する。上記一連の作業を投入位相 α を可変抵抗器によって設定毎に繰り返し、可動鉄心1の速度が遅くなる投入位相 α を可変抵抗器によって設定する。なお、上記は可動鉄心1の速度を直接に検出したが、可動鉄心1の変位量 L を差動トランスで測定し、同時に移動時間 t も測定して L/t を求めて可動鉄心20の速度を間接的に検出する手段もある。

【0028】この実施例の動作を図4の波形図を参照して説明する。まず、投入位相 α を図2の点140に相当する位相に設定する。次に、(b)に示すように時間 T_0 で、信号発生部104の常開接点200を閉成する。該閉成により、(c)に示すように時間 T_1 から一定の位相 α 後の時間 T_2 で位相スイッチ103がオンする。従って、(a)に示すように電磁石101には斜線部分111の電圧が印加され、(d)に示すように電磁石101に電流112が流れ、電磁力により可動鉄心1を固定鉄心20に吸引する。(e)に示すように可動鉄心1は慣性のため電流112が流れ始めてからしばらく経って時間 T_{11} において動き始め、可動鉄心1の速度はだんだん増加し、時間 T_5 で固定鉄心20に衝突する。又、動き始めた時間 T_{11} から加速し、時間 T_5 で衝突するまでには(d)に示すように電流112の変化がある。可動鉄心1の吸引力は電流の2乗に比例するので、該電流112がゼロになった時点 T_4 （以下、電流ゼロクロス点という。）では吸引力はゼロである。従って可動鉄心1は引き外しばね31等の反力によって速度を落とし、ちょうど可動鉄心1と固定鉄心20が衝突する時間 T_5 で衝突速度が最小になる。又、(f)に示すように可動鉄心1が吸引される途中の時間 T_{12} において接点102が閉成する。

【0029】接点102の閉成は図4(f)の時間 T_{12} で示すように衝突速度が遅くなるような位相で電磁石101を励磁したときの電流ゼロクロス点 T_4 に近い。従って、電磁石101を励磁後に接点102が閉成する時点の近傍で、電磁石101を流れる電流がゼロになるような投入位相 α で、位相スイッチ103をオンすることにより上記実施例と同等の効果が得られる。

【0030】実施例2. この発明の他の実施例を図5によって説明する。図5において、縦軸は可動鉄心1が電磁石101を励磁してから固定鉄心20に衝突するまでの時間（以下、吸引時間という。）、即ち、図4における位相スイッチ103がオンする時間T2から可動鉄心1が固定鉄心20に衝突する時間T5までの時間である。横軸は投入位相 α を示す計算と実験結果である。図5より、電源周波数が60Hzの場合、吸引時間 t は11~26msと2倍以上の変動幅がある。

【0031】前述したように図2において衝突速度 V_m が遅い時の投入位相 α は点140、141、142、143がある。しかし、点141、142は図5より吸引時間が長い。又、該点141、142は衝突速度が低い時の位相の幅も狭いので、投入位相 α として好ましくない。又、点143は動作する位相の幅は広いが、該点143に相当する位相は135°となり、交流電源100の周波数を60Hzとして時間に換算すると6.25msとなる。従って、電磁接触器は通常の動作時間に投入位相 α も考慮しなければならないので、操作信号の発生からスイッチ手段がオンし、電磁接触器の投入動作が完了するまでの時間（以下、「全動作時間」という。）が長くなり、電磁接触器の性能としては好ましくない。このため、点140に相当する投入位相約35°が全動作時間等を考慮して最も良い。

【0032】なお、電磁接触器は電磁石の動作形式（プランジャ型、平板型等）、接点の電流容量など種類が多く、それぞれの吸引時間、衝突速度は電磁接触器毎に異なる。又、この吸引時間等は電磁接触器の取付け方向によっても異なる。しかし、電磁接触器毎の衝突速度が遅くなり、かつ吸引時間の短い投入位相を選びこれにより、該投入位相によって電磁石101を励磁することにより投入衝撃を軽減できる。

【0033】次に、実際の電磁接触器の動作波形を図6によって説明する。図6において、(b)に示すように時間T0にて、信号発生部104の常開接点を閉成し、(a)に示すように投入位相 α を約35°で位相スイッチ103をオンし、電磁石101に斜線部分の電圧150を印加する。電磁石101に電圧が印加され、(c)に示すように電磁石101に電流151が流れ、電磁吸引力を生じ、可動鉄心1は(d)に示すように時間T11から動き始めて、吸引力により加速152されて移動し、(e)に示すように接点102は可動鉄心1が固定鉄心20に衝突する直前の時間T12で閉成し、その後、可動鉄心1が時間T5において固定鉄心20に低い速度にて衝突する。これは、時間T4において、電磁石電流がゼロであるので、可動鉄心1の加速力がなくなるからである。

【0034】この電流ゼロクロス点155から衝突するまでの時間154は約4msである。実験結果によると一般に、1~5msの間に分布している。なお、投入位相

α の設定は電流ゼロクロス点から可動鉄心1が固定鉄心20に衝突する前の1~5msの間となるようにしても良い。この投入位相 α の設定は電流ゼロクロス点が時間T5に近いと、可動鉄心1の速度が低下せずに衝突するし、一方、時間T5より電流ゼロクロス点が早くなりすぎると逆方向の電流が増えて吸引力が再び増加し、可動鉄心1を再度加速するので、衝突速度が速くなる。

【0035】投入位相の悪い設定による実際の電磁接触器の動作波形を図7によって説明する。図7において、

- (b)に示すように時間T0にて、信号発生部104の常開接点200を閉成し、(a)に示すように投入位相 α を73°で位相スイッチ103をオンし、電磁石101に斜線部分の電圧150を印加する。電磁石101に電圧が印加され、(c)に示すように電磁石101に電流151が流れ、電磁吸引力を生じ、可動鉄心1は(d)に示すように時間T11から動き始めて、吸引力により比較的遅い加速162で動き、途中で電流ゼロクロス点165を通り電流が増加してくると急加速163して、時間T5において固定鉄心20に衝突する。その結果、可動鉄心1の衝突速度は非常に早い。このため、衝突時に大きな衝突音が生じ、位相角35度の場合の時と比べると顕著な差がある。

【0036】実施例3. この発明の他の実施例を図8によって説明する。図8は電磁石101の励磁を遮断する際の波形図である。図8において、(b)に示すように信号発生部104の常開接点200を閉成し、(c)に示すように位相スイッチ103をオンし、(a)に示すように電磁石101に電圧170を印加して電流171を流した状態を示している。電磁石101はインダクタンスと抵抗の直列の等価回路であるから、電磁石101の電圧170に対し電流171は60~80度の遅れ位相で流れるものが多い。これは、電磁石101の電力損失を小さくするように設計されるので、抵抗成分に比べインダクタンス成分を大きくしているからである。この例では、電流の位相が67度遅れている。

【0037】(b)に示すように時間T20において信号発生部104の常開接点200を開放した時、次の電圧ゼロクロス点172を検出し、この電圧ゼロクロス点172の時点T21から位相角 β 後の時間T22で(c)に示すように位相スイッチ103をオフすると、電流ゼロクロス点で電磁石101を遮断できる。従って、電磁石101のインダクタンスにはエネルギーが蓄積されていないので、電磁石101を遮断することにより高電圧の発生がなくなる。高電圧の発生がないので、半導体等で構成する位相スイッチ103の信頼性が高くなり、また、高電圧に伴うノイズの発生も少なくなる。

【0038】実施例4. この発明の他の実施例を図9によって説明する。図9において、交流電源100に対して電磁石101が電流スイッチ部181の端子S1、S2を介して直列に接続される。電磁石101の一端と投

入位相検出部180の端子VPが接続され、投入位相検出部180の端子SSと信号発生部104の端子SDに接続される。この信号発生部104はフォトカブラ201により位相スイッチ103の操作信号を生成している。更に、位相スイッチ103は投入位相検出部180と電氣的に開閉可能な電流スイッチ部181からなり、その両者を端子POと端子CCに接続している。又、電流スイッチ部181はスイッチ手段としての電気スイッチ207を入力信号で開閉するものであり、例えば、トランジスタやFET（電界効果形トランジスタ）がある。

【0039】投入位相検出部180は信号発生部104の出力信号を反転させるインバータ素子191の出力を記憶手段192のリセット端子に接続し、交流電源100の電圧のゼロクロスを検出するゼロクロス検出部190の出力を記憶手段192のセット端子に接続されている。フリップフロップ等で構成される記憶手段192の出力には該出力の信号を一定時間遅延する位相調整手段としてのタイマ手段193の入力に接続されている。このタイマ手段193は可変抵抗193Aにより遅延時間を調整可能としており、具体的な構成はオンディレイタイマーや抵抗とコンデンサによる時定数回路で構成する遅延手段等がある。

【0040】この実施例の動作を図9によって説明する。信号発生部104のフォトカブラ201を介してオン信号を発生させ、インバータ素子191で信号を反転し、記憶手段192のリセットを解除する。交流電源100の電圧がゼロになることをゼロクロス検出部190が検出して出力信号を発生する。該出力信号はタイマ手段193により一定時間遅れて出力され、電流スイッチ部181にオン信号を入力する。従って、電流スイッチ部181は一定の投入位相でオンし電磁石101を励磁する。この電流スイッチ181のオンする位相をタイマ手段193の遅れ時間を適当に設定することにより、衝突速度が遅くなる投入位相に設定した電磁接触器を構成できる。

【0041】実施例5. 投入位相検出部の他の実施例を図10によって説明する。図10において、投入位相検出部180Bは端子SSに供給される外部からの信号を反転するインバータ素子191の入力に接続され、このインバータ素子191の出力にはフリップフロップ等で構成された記憶手段192、206のリセット端子に接続されており、オン信号によって記憶手段192、206をリセットを解除している。又、交流電源と接続された端子VPは比較手段204の入力的一端と、ゼロクロス検出部190の入力とに接続されている。ゼロクロス検出部190の出力は記憶手段192のセット端子に接続されている。

【0042】設定器203は比較手段204の入力の他端に接続されている。設定器203は交流電源100の

電圧を比較手段204により比較するための基準電圧を設定している。比較手段204の出力と記憶手段192の出力はアンド素子205の入力に接続され、アンド素子205の出力は記憶手段206のセット端子に接続されている。

【0043】この実施例の動作を図10によって説明する。外部からのオン信号が端子SSに入力され、インバータ素子191でオン信号を反転し、記憶手段192、206のリセットを解除する。又、交流電源100の電圧が端子VPに印加されており、該電圧がゼロになったことをゼロクロス検出部190が検出して出力信号を発生する。記憶手段192のリセットが解除されている場合は該出力信号により記憶手段192はセットされる。次に、設定器203の設定電圧より交流電源100の電圧が越え、比較手段204の出力はオンとなり、記憶手段192の出力オン信号との論理積をアンド素子205により求め、アンド素子205の出力信号により記憶手段206をセットする。従って、外部からのオン信号により、各記憶手段192、206のリセットをした後の交流電源100の電圧のゼロクロス点で記憶手段192はセットされ、更に、交流電源100の電圧が設定器203の設定電圧を越え、比較手段204は信号を出力するので、アンド素子205の出力により記憶手段206がセットされ、交流電圧が設定器203の設定電圧に対応する位相で出力信号を発生することになる。以上説明した投入位相検出部180Bを図9の投入位相検出部180と交換することにより実施例4で説明したのと同様に設定器203で位相設定ができるため衝突速度が遅くなる投入位相に設定した電磁接触器を得ることができる。

【0044】実施例6. この発明の他の実施例を図11によって説明する。図11において、交流電源100に電磁石101が電流スイッチ部181Bの端子S1、S2を介して直列に接続される。電磁石101の一端とオフ位相検出部180Cの端子VQとに接続され、オフ位相検出部180Cの端子STと信号発生部104の端子SDに接続される。この信号発生部104はアンド素子202により位相スイッチ103の操作信号を生成している。オフ位相検出部180Cの端子SEと電流スイッチ部181Bの端子CCを接続している。

【0045】オフ位相検出部180Cは信号発生部104のアンド素子202の出力を記憶手段192のリセット端子に接続され、交流電源100の電圧のゼロクロスを検出するゼロクロス検出部190の出力を記憶手段192のセット端子に接続されている。フリップフロップ等で構成される記憶手段192の出力は該出力信号を一定時間遅延するタイマ手段120の入力に接続されている。このタイマ手段120は可変抵抗120Aにより遅延時間を調整可能としており、具体的な構成はオンディレイタイマーや抵抗とコンデンサによる時定数回路で構

成する遅延手段等がある。タイマ手段120の出力は駆動回路208の入力に接続され、駆動回路208の出力が2つのFET（電界効果形トランジスタ）等のスイッチ手段としてのスイッチング素子209A、209Bの入力に接続されている。スイッチング素子209A、209Bの出力を逆方向に直列に接続し、各スイッチング素子209A、209B間にそれぞれダイオード216、217が接続され、端子S1、S2の間に高電圧を吸収する電圧吸収素子211に接続されている。

【0046】この実施例の動作を図11によって説明する。信号発生部104のアンド素子202の出力がオン信号を発生しており記憶手段192の出力がオフとなっている。インバータ素子121の出力がオンとなり、タイマ手段も一定時間後にオン信号を駆動回路208の入力に供給し、駆動回路208の出力からオン信号を与えスイッチング素子209A、209Bをオンし電磁石101を励磁する。次に、信号発生部104のアンド素子202の出力がオフ信号を発生して、記憶手段192のリセットを解除させておき、交流電源100の電圧がゼロになることをゼロクロス検出部190が検出して出力信号を発生する。該出力信号の発生により記憶手段192の出力がオンとなり、インバータ素子121が該オン信号を反転してタイマ手段193により一定時間遅れて出力され、電流スイッチ部181Bにオフ信号を送出する。従って、電流スイッチ部181Bは交流電源100の電圧のゼロ点から一定の位相でオフし電磁石101を遮断する。この電流スイッチ部181Bのオフする位相をタイマ手段120の遅れ時間を適当に設定することにより、電磁石101の電流がゼロになった点で遮断できるので、高電圧の発生が少ない位相に設定した電磁接触器を構成できる。

【0047】実施例7. この発明の他の実施例を図12によって説明する。図12において、電磁石101と交流電源100がスイッチ手段を内蔵した電流スイッチ部181の端子S1、S2とを介して直列に接続される。オフ位相検出部180Cの端子STと信号発生部104の端子SDが接続され、オフ位相検出部180Cの端子VQと、位相調整手段を内蔵した投入位相検出部180の端子VPが電磁石101の一端に接続される。オフ位相検出部180Cの端子SEと投入位相検出部180の端子SSが接続され、投入位相検出部180の端子POが電流スイッチ部181の端子CCに接続されている。なお、投入位相検出部180は図10、オフ位相検出部180Cは図11と同一のものである。

【0048】この実施例の動作を図12を参照して説明する。まず、信号発生部104のスイッチを投入し、オン信号をオフ位相検出部180Cの端子STに供給する。オフ位相検出部180Cは端子SEからオン信号を発生し、投入位相検出部180の端子SSに該信号が供給される。交流電源100の電圧がゼロになったことを

検出し、一定時間後に投入位相検出部180の端子POからオン信号を発生して電流スイッチ部の端子CCに供給し、電流スイッチ部181をオンして電磁石101を励磁する。

【0049】次に、信号発生部104のスイッチを開放し、オフ信号をオフ位相検出部の端子STに供給しており、交流電源100の電圧がゼロになったことを検出し、一定時間後にオフ位相検出部180Cの出力がオフとなり、投入位相検出部180の端子SSに供給され、投入位相検出部180の端子POにオフ信号を発生し、電流スイッチ部181をオフして電磁石101を遮断する。

【0050】実施例8. この発明の他の実施例を図13によって説明する。図13において、交流電源100の一端をスイッチ160を介して電磁石101の一端に接続し、電磁石101の他端は電流スイッチ部の端子S1、S2を介して交流電源100の他端に接続されている。信号検出部161Aの端子VSと投入位相検出部180の端子VPにスイッチ160の一端を接続する。信号検出部161Aの端子SDと投入位相検出部180の端子SSを接続し、投入位相検出部180の端子POと電流スイッチ部181の端子CCに接続されている。信号検出部161Aは端子VSに整流器156の入力が接続され、この整流器156の出力が比較手段158の入力の一端に接続されている。設定器157は交流電源100の電圧を比較手段158と比較するための基準電圧を設定し、比較手段158の出力は端子SDに接続されている。

【0051】この実施例の動作を図13によって説明する。スイッチ160が投入されると、信号検出部161Aは交流電源100の電圧が端子VSに入力され、該電圧が設定器157の設定電圧よりも高い場合に、比較手段158が出力にオン信号を発生し、投入位相検出部180の端子SSに供給する。端子VPに供給される交流電源100の電圧がゼロになったことを検出し、該検出後、一定時間の後に投入位相検出部180はオン信号を端子POに供給して電流スイッチ181をオンし電磁石101を励磁する。

【0052】実施例9. この発明の他の実施例を図14によって説明する。図14において、信号検出部の他の実施例を説明する。交流電源100の一端をスイッチ160を介して電磁石101の一端に接続し、電磁石101の他端を電流スイッチ部181の端子S1、S2を介して変流器等の電流検出部194の一端に接続し、電流検出部194の他端を交流電源100の他端に接続する。電圧検出部175の端子VS1と投入位相検出部180の端子VPにスイッチ160の一端が接続され、電流スイッチ部181の端子S2と電圧検出部175の端子VS2が接続されている。電流検出部194の出力を電流処理部176の端子CS1、CS2に接続される。信号

検出部161Bの端子SDと投入位相検出部180の端子SSを接続し、投入位相検出部180の端子POと電流スイッチ部181の端子CCに接続されている。電圧検出部175の端子VS1には抵抗166を介してフォトカプラ167、168の入力側を直列接続した回路の両端に接続されている。フォトカプラ167、168のエミッタは接地され、フォトカプラ167、168のコレクタ同士を接続し、このコレクタにはダイオード185の一端と、バッファ189の一端と、抵抗184を介して信号電源に接続されている。ダイオード185の他端にはコンデンサ187の一端と、バッファ186の入力と、抵抗188を介して信号電源が接続されている。なお、コンデンサ187の他端は接地されている。インバータ素子186の出力が端子VS0に接続され、この端子VS0にはオア素子224の入力の一端に接続されている。なお、バッファ189の出力は端子VS1、VS2間の電圧がゼロになるとパルス信号を出力するので、ゼロクロス検出部として利用できる。

【0053】電流処理部176は端子CS1、CS2に整流器220が接続され、整流器220の出力に抵抗221を接続し、抵抗221の一端を接地する。抵抗221の他端を比較手段223の入力の一端に接続する。所定の基準電圧を設定する設定器222の出力を比較手段223の入力の他端に接続し、比較手段223の出力が端子CS0に接続され、この端子CS0にはオア素子224の入力の他端に接続されている。

【0054】この実施例の動作を図14によって説明する。まず、スイッチ160を投入すして、電圧が端子VS1と端子VS2の間に印加され、抵抗166を介して電流が流れ、フォトカプラ167又はフォトカプラ168が半周期毎にオンし、コンデンサ187の電圧をダイオード185を介して放電し、インバータ素子186の入力がHighからLowに変化し、インバータ素子186が該入力を反転し、出力にLowからHighの信号を発生する。オア素子224を介して投入位相検出部180の端子SSにオン信号(High)を送出する。その後、投入位相検出部180は交流電源100の電圧のゼロクロス点から一定の遅延時間により端子POにオン信号を供給し、電流スイッチ部181をオンする。従って、この電流スイッチ181のオンする位相をタイマ手段により適当に設定することにより、衝突速度が遅くなる投入位相に設定した電磁接触器を構成できる。

【0055】次に、電流スイッチ部181のオンにより電磁石101に電流が流れ、端子S1、S2間の電圧がほぼゼロとなり、フォトカプラ167、168はオフする。コンデンサ187は抵抗188を介して所定の時定数で充電され、所定の時間後にインバータ素子186の入力がLowからHighに変化する。一方、該所定の時間内に電流検出部194が電流を検出し、電流検出部194の出力を整流器220により整流して抵抗221

に電圧を発生する。該電圧が設定器222の電圧値以上となると、比較手段223の出力にHigh(オン信号)を発生してオア素子224を介して投入位相検出部180の端子SSに入力し、端子POにオン信号の供給を継続し、電流スイッチ部181の端子CCにオン信号を継続する。電流スイッチ部181のオンを継続して電磁石101に電流を流し続ける。即ち、電流スイッチ部181がオンした後は端子S1、S2間の電圧がゼロになるが、代わりに電流が流れるので、電流検出部194により電磁石101の電流を検出して位相スイッチ103のオンを継続する。

【0056】実施例10. この発明の他の実施例を図15によって説明する。この実施例は図14の電流検出部及び電流処理部の他の実施例について説明する。従って、電流検出部194A、電流処理部176A以外は図14と同一であるので、説明を省略する。図15において、2個のスイッチング素子209A、209Bの出力間に整流素子230A~230Dからなる整流器230の入力を接続し、整流器230の出力を抵抗231の一端に接続し、抵抗231の他端及び整流器230の出力の一端を接地する。なお、整流器230と抵抗231によって電流検出部194Aを構成する。抵抗231の一端を電流処理部176Aの端子CSに接続する。スイッチング素子232の入力は端子CSに接続され、スイッチング素子232のコレクタは抵抗233を介して信号電源に接続され、スイッチング素子232のエミッタは接地されている。抵抗233の接続点236にインバータ素子235の入力と、コンデンサ234の一端が接続され、コンデンサ234の他端は接地されており、インバータ素子235の出力が端子CS0に接続されている。なお、コンデンサ234は交流電源の電流のゼロクロス点においてインバータ素子235の信号が変化させないようにする働きがある。

【0057】この実施例の動作を図15によって説明する。今、スイッチング素子209A、209Bがオンし、電流が整流器230に流れると、整流器230が整流し、抵抗231に電圧を発生する。スイッチング素子232の入力に該電圧が供給され、スイッチング素子232がオンし、接続点236の電圧をHighからLowに変化させる。該変化電圧がインバータ素子235に供給され、インバータ素子235の出力はLowからHighに変化する。該変化により電磁石101の電流が流れていることを検出する。即ち、スイッチング素子209A、209Bに一定値以上の電流が流れるとインバータ素子235の信号が変化する。

【0058】実施例11. この発明の他の実施例を図16によって説明する。図16において、電磁石101を交流電源100に位相スイッチ103の端子S1、S2を介して接続される。位相スイッチ103の端子VPと電磁石101の一端を接続する。端子VPには抵抗16

6を介してフォトカプラ167、168の入力側を直列接続した回路の両端に接続されている。フォトカプラ167、168のエミッタは接地され、フォトカプラ167、168のコレクタ同士を接続し、このコレクタ同士の接続点259には記憶手段243、244のセット端子と、抵抗184を介して信号電源に接続されている。一方、トランジスタ240を内臓した信号発生部104の出力は端子SDに接続され、この端子SDと位相スイッチ103の端子SSが接続されている。この端子SSには抵抗242の一端と記憶手段244のリセット端子に接続され、抵抗242の他端が接地されている。記憶手段224の出力のQバー端子にはFET246の入力が接続され、FET246の出力の一端が接地され、この出力の他端がコンデンサ250の一端と、バッファ252の入力と、抵抗248を介して信号電源に接続されている。なお、コンデンサ250の他端は接地されている。バッファ252の出力は記憶手段243のリセット端子に接続され、記憶手段243の出力のQバー端子にはFET245の入力が接続され、FET245の出力の一端が接地され、この出力の他端にはバッファ251の入力と、可変抵抗247とコンデンサ249の直列接続した回路からなる位相調整手段247Aに接続されている。バッファ251の出力にはスイッチ手段としてのFET237の入力が接続され、FET237の出力の一端が接地され、この出力の他端には整流器239の一端が接続されている。FET237の出力間には電圧吸収素子238が接続されている。

【0059】この実施例の動作を説明する。フォトカプラ167、168は交流電源100の電圧を抵抗166を介して印加し、半周期毎に、交互にフォトカプラ167、168に電流を流す。フォトカプラ167、168の出力の接続点259に図16に示すように交流電源100の電圧ゼロ点でパルスが出力される。信号発生部104がオン信号を発生すると、抵抗242の電圧がLOWからHighとなり記憶手段244がリセットされる。従って、記憶手段244の出力QバーがHighになり、FET246がオンし、バッファ252の出力はHighからLowになり記憶手段243のリセットを解除する。従って、接続点259の電圧のパルスが記憶手段243のセット端子に入力され、記憶手段243の出力QバーはHighからLowになり、FET245がオフになる。これにより抵抗247とコンデンサ249による時定数でコンデンサ249の電圧は上昇するので、一定時間が経つとバッファ251の出力がLowからHighになり、FET237がオンし、整流器239によりFET237には電流が流れ、電磁石101を励磁する。

【0060】従って、信号発生部104がオンの時は、交流電源100の電圧のゼロクロス点から抵抗247、コンデンサ249により遅れて電磁石101を励磁す

る。つまり一定の投入位相で電磁石101を励磁することになる。該投入位相を位相調整手段247Aにより適当に選定すれば、投入衝撃を軽減した電磁接触器を得ることができる。

【0061】又、信号発生部104がオフの時は、抵抗242の電圧がLowになり、記憶手段244のリセット信号が解除され、フォトカプラ167、168の出力電圧のゼロクロスパルスによりセットされ、記憶手段243の出力QバーがHighからLowになるのでFET246はオフになる。抵抗248を介してコンデンサ250が充電され、コンデンサ250の電圧は上昇し、一定の時間後にバッファ252の出力はLowからHighになる。従って、記憶手段243はリセットされ、出力QバーがLowからHighとなりFET245はオンする。バッファ251の入出力は同様にLowからHighに変化し、FET237はオフする。抵抗248とコンデンサ250による時定数回路の時定数を適当に設定すれば、電磁石101の電流がゼロで遮断することができる。

20 【0062】実施例12. この発明の他の実施例を図17によって説明する。図17は位相スイッチ103の制御部分をマイクロコンピュータ(以下、マイコンという。)やデジタルシグナルプロセッサ等の演算機能を持った集積回路を使用した例である。記憶手段、タイマ手段、デジタル演算等をマイコン300の機能を利用して構成したものであり、マイコン300の端子Aを抵抗184の一端に接続され、マイコン300の端子Bが抵抗242に接続され、マイコン300の端子CがFET237の入力に接続されている。

30 【0063】この実施例の動作を図18のフローチャートによって説明する。まず、マイコン300のB端子の抵抗242の電圧により信号発生部104がオンか確認する(ステップ301)。オンであればマイコン300のA端子の電圧がゼロクロス点のパルス信号がくるまで待つてから(ステップ302)、タイマ1の時間だけ待ち(ステップ303)、マイコン300のC端子にオンの信号を出力を継続する(ステップ304)。一方、信号発生部104がオフであれば、マイコン300のA端子の電圧がゼロクロス点のパルス信号がくるまで待つてから(ステップ305)、タイマ2の時間だけ待ち(ステップ306)、マイコン300のC端子にオフの信号の出力を継続する(ステップ307)。なお、タイマ1、2の時間は交流電源100の電圧のゼロクロス点からの時間(位相)に相当するので、このタイマ1の時間を衝突速度の低い時間に設定すれば、投入衝撃を軽減した電磁接触器を得ることができる。また、タイマ2の時間を電磁石101の電流がゼロで遮断する時間に設定すれば、高電圧の発生を抑制する電磁接触器を得ることができる。又、ワンチップマイコン等を使用すれば小さな集積回路で、安価に構成でき、各種の電磁接触器に対して

もソフトウェア、特にタイマ時間を変更するだけで良く、生産が容易である。又、最近では高電圧、高電力の制御部を集積回路とできるので、FET237、ダイオード239、高電圧吸収素子238等を含み、又、フォトカプラ167、168の代わりに絶縁機能を有する集積回路を使用すれば、小型で安価な制御回路を実現できる。

【0064】実施例13. この発明の他の実施例を図19及び図20によって説明する。図19において、50は弾性体であり、例えばゴム等の材質としている。弾性体50の形状は図20(a)は円形状、(b)は矩形形状、(c)は矩形形状の一部が切断されているものがある。この弾性体50は固定鉄心20の底部まわりに装着される。なお、作用については従来のゴム板22の場合と同様である。

【0065】実施例14. この発明の他の実施例を図21によって説明する。図21において、駆動回路258は取付台23内に収納され、樹脂注形などにより一体固定される。一方、固定鉄心20の底部周りには、二つの弾性体50が嵌合される。そして、ボビン24はこの弾性体50を介して固定鉄心20を押圧する状態で装着される。

【0066】なお、図21は駆動回路258を取付台23に一体収納させた例であり、その位置を限定するものではない。従って、駆動回路258の付帯位置としては、取付台23の側面や底面、あるいは取付台23とは独立した位置でも良い。固定鉄心20の底部周りに弾性体50を一体装着できるようにしたので、このため組立性が向上する。

【0067】実施例15. この発明の他の実施例を図22により説明する。図22は電磁接触器の接点のアーカ放電を防止するための一実施例である。図22において、交流電源100とスイッチ160、電磁石101を直列に接続する。電磁石101の両端を電圧検出部400の入力に接続し、電圧検出部400の出力をスイッチング素子403の入力に接続し、スイッチング素子403の出力の一端に抵抗402を接続し、スイッチング素子403の出力の他端と抵抗402の他端との間にコンデンサ404と高電圧吸収素子406を並列接続する。一方、接点102と並列に整流素子405A~405Dからなる整流器405の入力が接続され、整流器405の出力がコンデンサ404等に接続されている。440は点線で示すように電圧検出部400等を備えたアーカ防止回路である。

【0068】この実施例の動作を図23によって説明する。(a)に示すようにスイッチ160を時間T30でオンすると(b)に示すように交流電源100の電圧が電磁石101に印加される。(c)に示すように電圧検出部400が電磁石101の電圧を検出し、オン信号を発生して(d)に示すようにスイッチング素子403を時

間T30でオンする。スイッチング素子403のオンによりコンデンサ404は抵抗402を通じて放電し、曲線414のように電圧を低下する。また、接点102は電磁石101を励磁してから時間T32で閉成するので、コンデンサ404の電圧は更に、曲線415のように電圧を低下する。

【0069】ここで、接点102が閉成するとき、接点102が離れたり接触したりするチャタリング426が発生する。接点102が閉成する前に時間T30ですでにスイッチング素子403が整流器405を介して抵抗402を通じて、(g)に示すように曲線417のような電流が負荷回路413に流れている。従って、チャタリング416が発生しても接点102の接点間には高電圧が発生しないのでアーカ放電も殆ど発生しない。

【0070】次に、スイッチ160をオフしたときの動作について説明する。図23(a)に示すように時間T33において、スイッチ160をオフすると、(b)に示すように電磁石101の電圧はゼロになる。従って、

(c)に示すように電圧検出部400の出力も時間T34においてオフするので、(d)に示すようにスイッチング素子403も同時にオフする。この時、(e)に示すように接点102が閉じており、コンデンサ404の電圧は既に放電している。しばらくして接点102が時間T35で開放し、それまで流れていた負荷回路の電流413はすべて整流器405に流れ、コンデンサ404を充電する。従って、コンデンサ404の電圧は曲線418のように上昇する。

【0071】この時、異常に高い電圧に充電し、スイッチング素子403を破壊防止のために、高電圧吸収素子406を接続している。コンデンサ404の負荷電流は(g)に示すように曲線419のように減少する。このとき、接点102の接点間の電圧は(f)に示すように曲線418とほぼ同じであるので、時間T35に於いては電圧はゼロである。従って、チャタリング420が発生しても、接点間にアーカ放電は発生しない。また電圧が曲線418のようにほぼ一定に上昇するとともに、負荷回路の電流413も曲線419のようにすみやかに減少する。また、この時(g)に示すように接点102の電流は点線421のように時間T35にすぐにゼロになるので、接点102の開放時の消耗が軽減できる。このコンデンサ404が充電された曲線422の状態では整流器405は逆電圧による遮断状態になっており、負荷回路に電流が流れない。

【0072】又、接点を常閉接点409を用いた例を図24に示す。440Aはアーカ防止回路である。特に、電圧検出部400の出力信号411にインバータ素子401の入力を接続し、インバータ素子401の出力をスイッチング素子403の入力に接続する以外は図22と同様であるので、説明を省略する。

【0073】更に、三相交流電源にアーカ防止回路を接

続した実施例を図25に示す。三相交流電源424に接続するモータ423等のインダクタンス負荷を接点102で開閉するものである。スイッチ160を開閉すると電磁石101を交流電源100の電圧で励磁し、接点102のそれぞれが開閉できる。アーク防止回路440を接点にそれぞれ接続することにより三相交流回路に於いても適用することができる。接点102に接続する負荷回路の電流変化が緩慢であるので高電圧や突入電流などの負荷回路への電氣的な衝撃が少なく、直流電流のインダクタンス負荷を開閉する電磁接触器は効果が大である。また、接点の開閉時に接点間に高電圧が発生しないので、接点間のギャップを短くでき、又、発生したアーク放電を消弧するためのアークバリア等が不要になるなど小型軽量、高速動作、長寿命、低価格のものが得られる効果がある。更に、開閉ともこの接点に接続する負荷回路の電流変化が緩慢であるので、ノイズの発生が少ないという効果もある。

【0074】

【発明の効果】第1の発明によれば、可動鉄心が固定鉄心に衝突する速度が遅くなる位相でコイルを励磁したので、可動鉄心の衝撃力を軽減でき、寿命が長くなる電磁接触器を得る効果がある。

【0075】第2の発明によれば、可動鉄心が固定鉄心に衝突する速度が遅くなる最小の位相でコイルを励磁したので、電磁接触器の動作時間を短くしつつ可動鉄心の衝撃力を軽減でき、寿命が長くなる電磁接触器を得る効果がある。

【0076】第3の発明によれば、スイッチ手段に指令を与える投入位相検出部は、操作信号によりリセットを解除し、ゼロクロス検出部の出力信号によりセットされる第1の記憶手段と、予め定めた設定電圧と交流電圧とを比較する比較手段と、操作信号によりリセットを解除し、上記第1の記憶手段の出力信号と上記比較手段の出力信号によりセットされる第2の記憶手段とを備えたので、電磁接触器の投入位相を簡易に正確に設定できる効果がある。

【0077】第4の発明によれば、電磁接触器開閉用のスイッチ手段、電磁接触器の電磁石、位相制御するスイッチ手段とを直列に接続し、上記直列回路の電流を検出する電流検出部と、上記位相制御するスイッチ手段の間の電圧を検出する電圧検出部とを備え、上記位相制御するスイッチ手段の投入を上記電圧検出部の出力又は上記電流検出部の出力によって制御するようにしたので、スイッチ手段をユニットとしてコイルと交流電源間に簡易に接続できる効果がある。

【0078】第5の発明によれば、位相制御するスイッチ手段は第1のスイッチング素子と第2のスイッチング素子との間に全波整流ブリッジが接続され、電流検出部は上記全波整流ブリッジの出力に抵抗を接続し、上記抵抗の電圧により回路に流れる電流を検出するので、電流

検出部のアース電位を共通にでき、絶縁増幅器を不要にできる効果がある。

【0079】第6の発明によれば、電磁接触器の接点と並列に接続した全波整流ブリッジと、上記全波整流ブリッジの出力に直列接続されたコンデンサと、上記コンデンサと並列に抵抗及びスイッチング素子を直列接続した回路を接続させ、上記電磁接触器の電磁石の印加電圧の有無を検出し、上記スイッチング素子をオン・オフ制御するので、可動鉄心の衝撃力を軽減でき、寿命が長くなる電磁接触器を得ることができ、更に、接点間に発生するアーク放電が非常に少なくなるので、チャタリング時のアーク放電を防ぎ、接点の寿命を飛躍的に長くすることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施例を示した回路図である。

【図2】 電磁接触器の動作を調べた曲線である。

【図3】 この発明の投入位相の設定回路である。

【図4】 図1の動作を説明するための波形図とタイムチャートである。

20 【図5】 この発明の電磁接触器の動作を調べたグラフである。

【図6】 この発明の実際の波形図である。

【図7】 この発明の実際の波形図である。

【図8】 この発明の実際の波形図である。

【図9】 この発明の他の一実施例を示した回路図である。

【図10】 この発明の投入位相検出部を示した回路図である。

30 【図11】 この発明の他の一実施例を示した回路図である。

【図12】 この発明の他の一実施例を示した回路図である。

【図13】 この発明の他の一実施例を示した回路図である。

【図14】 この発明の他の一実施例を示した回路図である。

【図15】 この発明の電流検出部を示した回路図である。

40 【図16】 この発明の他の一実施例を示した回路図である。

【図17】 マイクロコンピュータを使用した実施例である。

【図18】 図17のマイクロコンピュータのフローチャートである。

【図19】 衝撃緩衝装置を示す図である。

【図20】 弾性体を示す斜視図である。

【図21】 衝撃緩衝装置を示す図である。

【図22】 接点のアーク放電を防止用の一実施例を示す回路図である。

50 【図23】 図21の動作説明のためのタイミングチャ

ートである。

【図24】 常閉接点である場合の接点アーク防止回路を示す。

【図25】 三相交流電源の場合の接点アーク防止回路を示す。

【図26】 従来の電磁接触器の構造を示す断面図である。

【図27】 従来技術の特公昭51-32297の回路図である。

【図28】 従来の電磁接触器の特性曲線である。

【符号の説明】

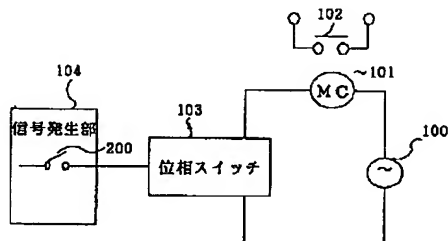
1・・・可動鉄心、20・・・固定鉄心、21・・・コイル

104・・・信号発生部、120・・・タイマ手段

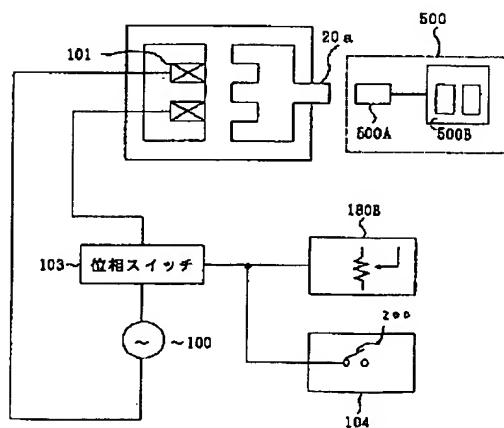
121・・・インバータ素子、156・・・整流器、1

57・・・設定器

【図1】



【図3】



* 158・・・比較器、161A・・・信号検出部

161B・・・信号検出部、175、400・・・電圧検出部

180、180A、180B、180C・・・投入位相検出部

181・・・電流スイッチ部、190・・・ゼロクロス検出部

191・・・インバータ素子、192・・・記憶手段

193・・・タイマ手段、194・・・電流検出部

10 203・・・設定器、204・・・比較手段、206・・・記憶手段

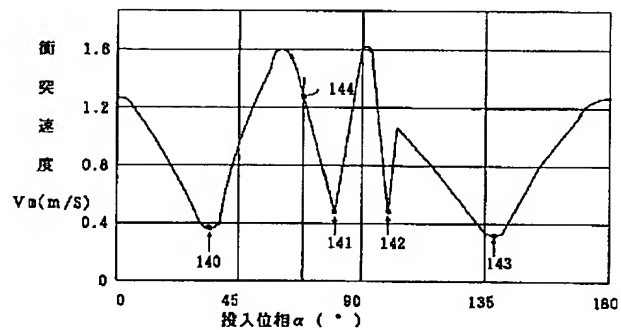
232・・・スイッチング素子

440、440A・・・接点アーク防止回路

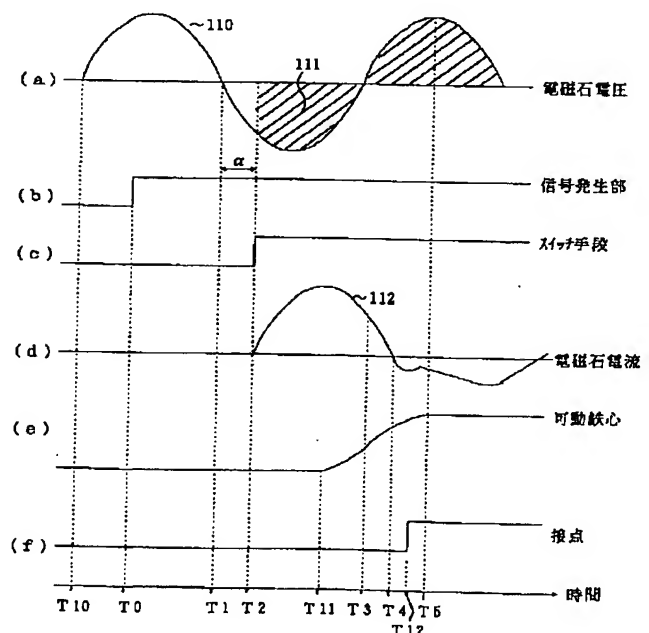
403・・・スイッチング素子、410・・・インバータ素子

*

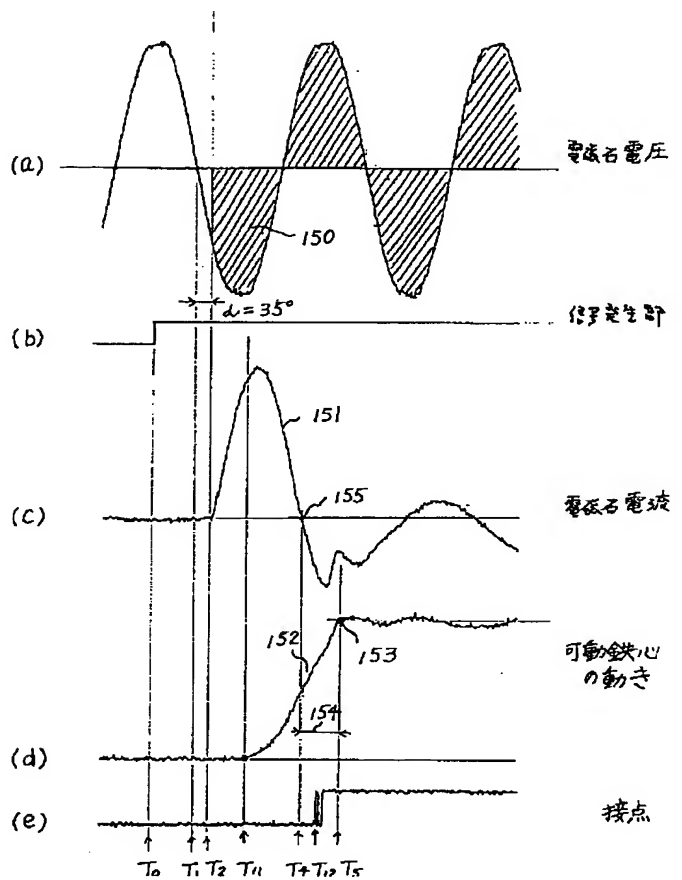
【図2】



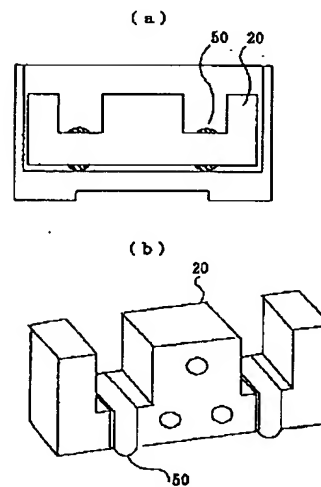
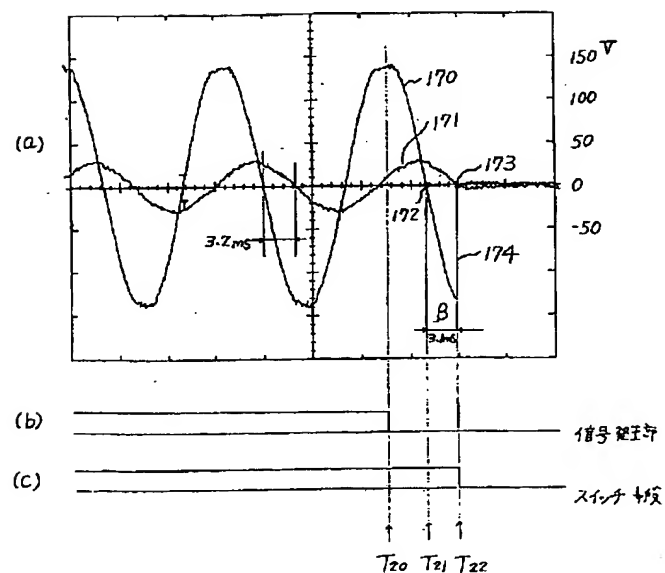
【図4】



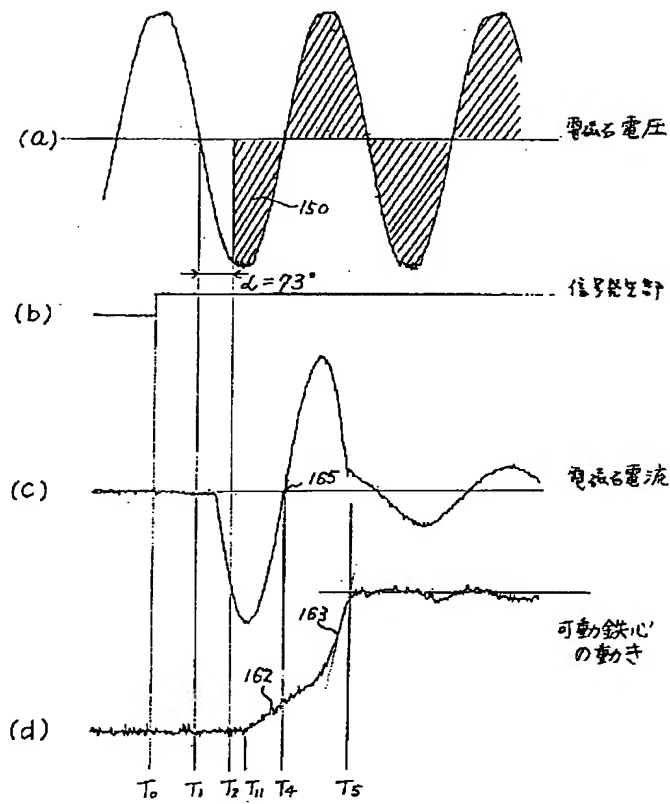
【図 6】



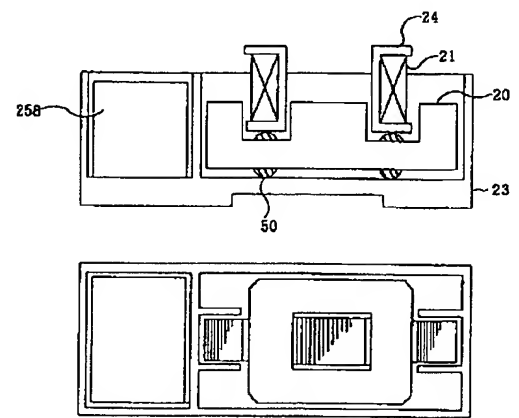
【图 19】



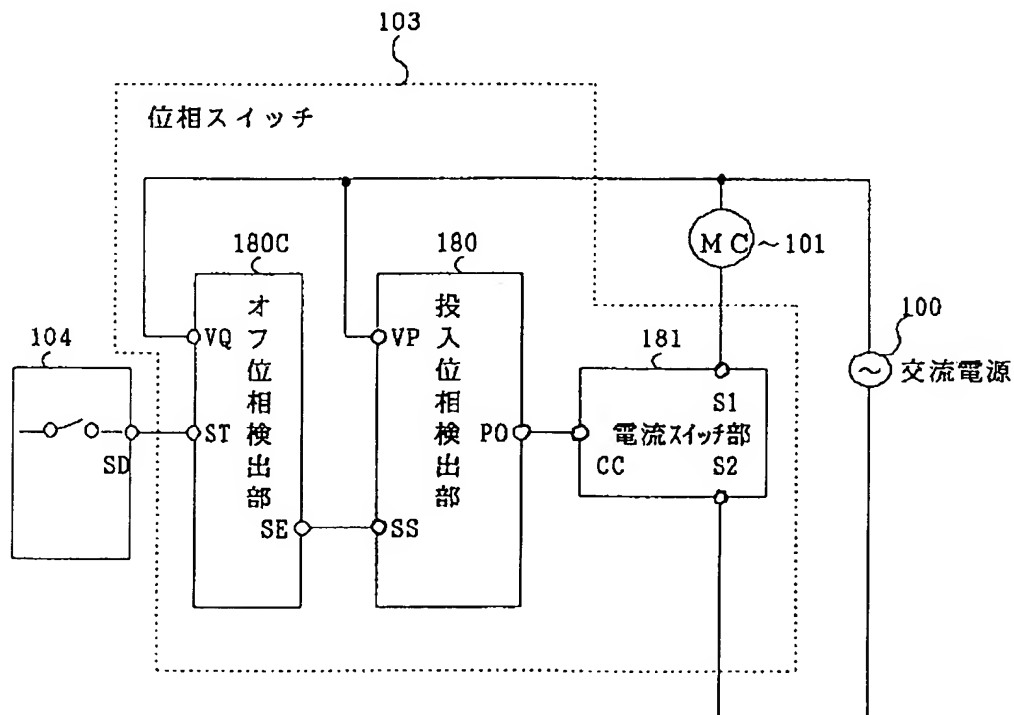
【図 7】



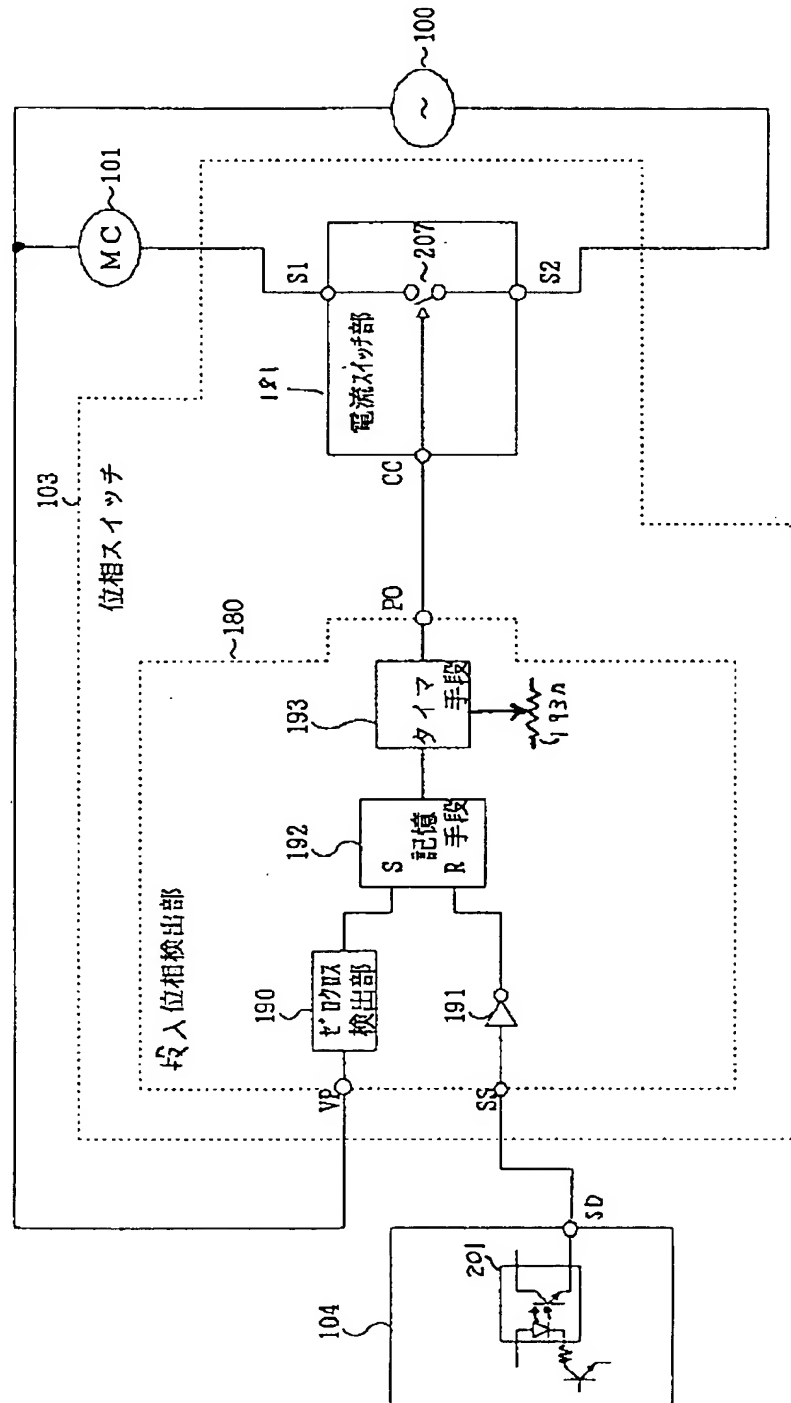
【図 21】



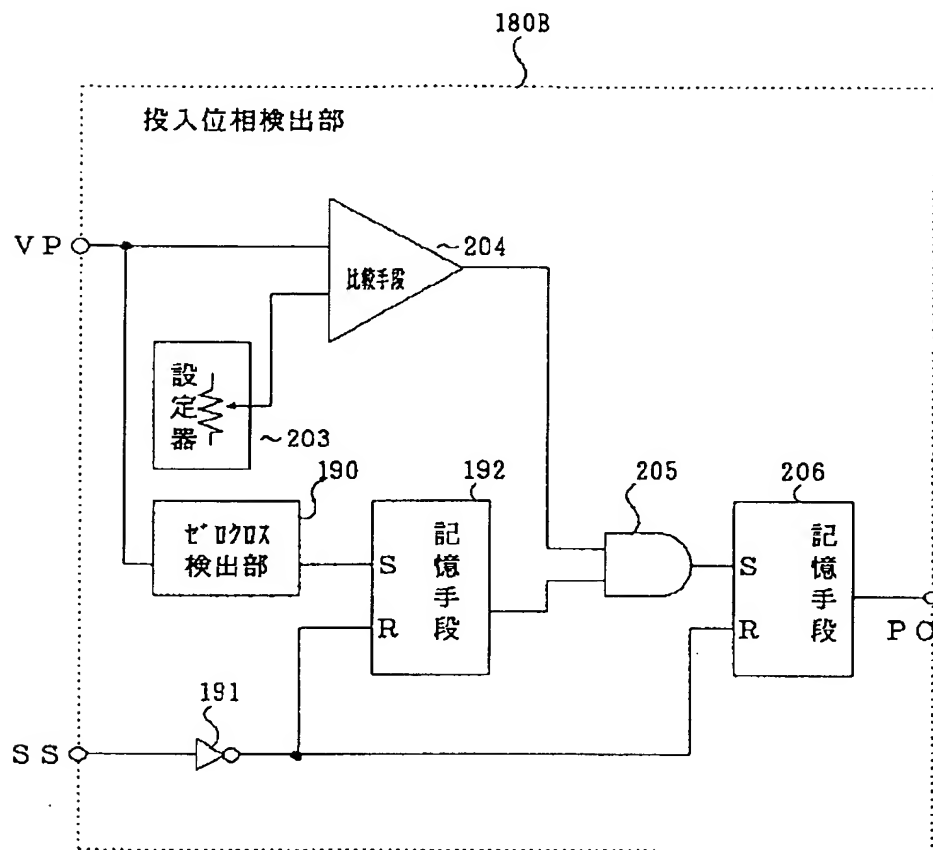
【図 12】



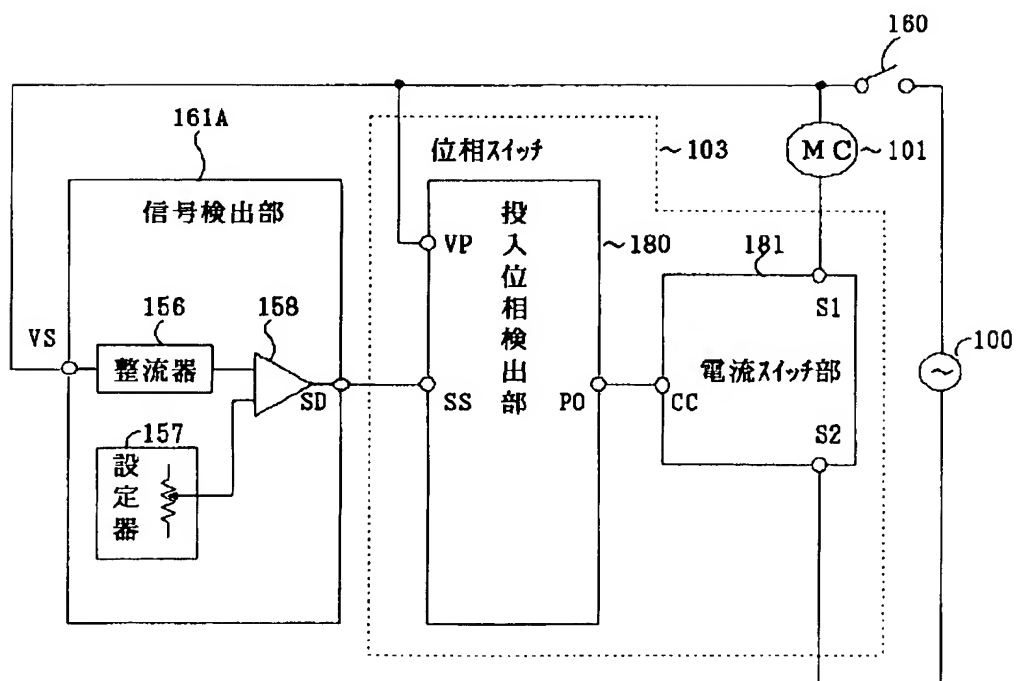
【図 9】



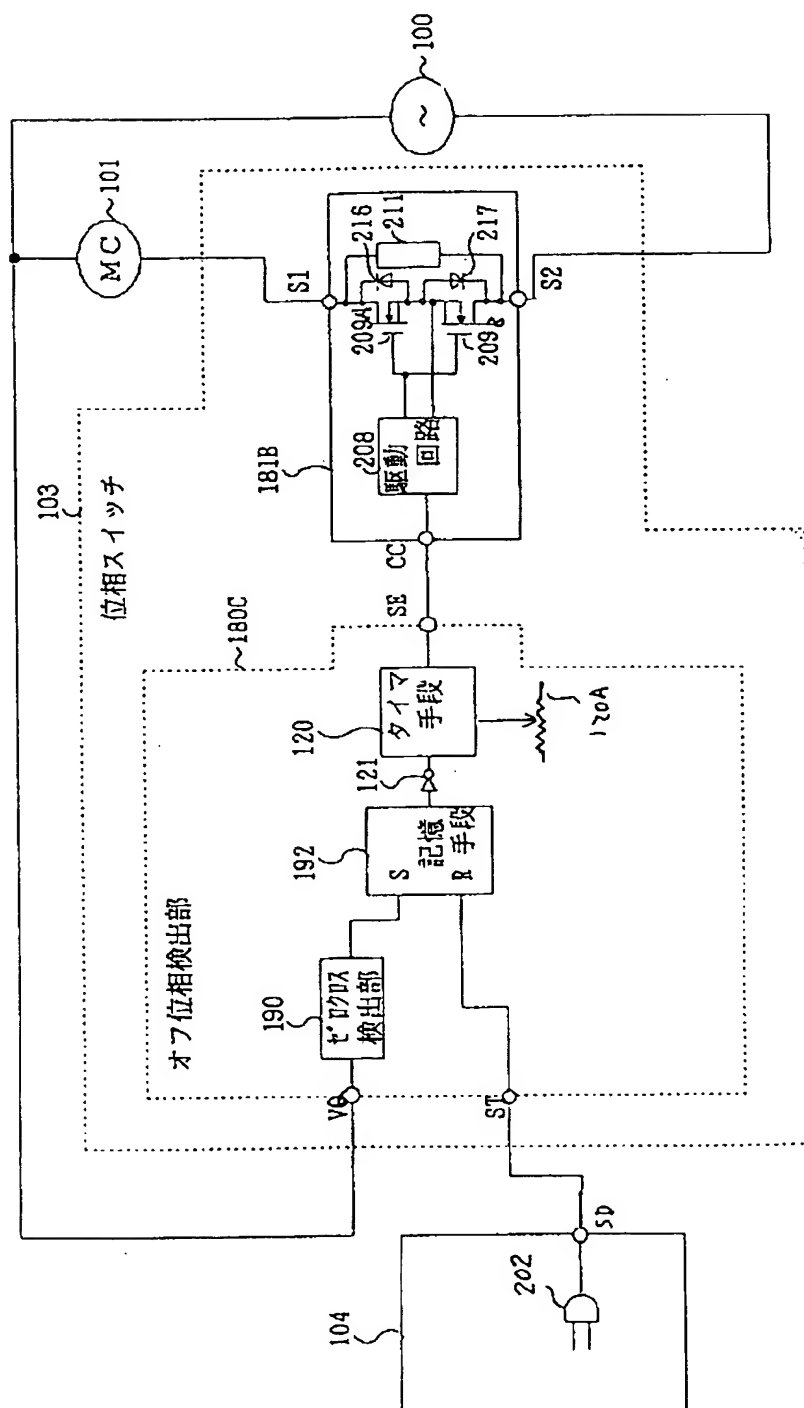
【図10】



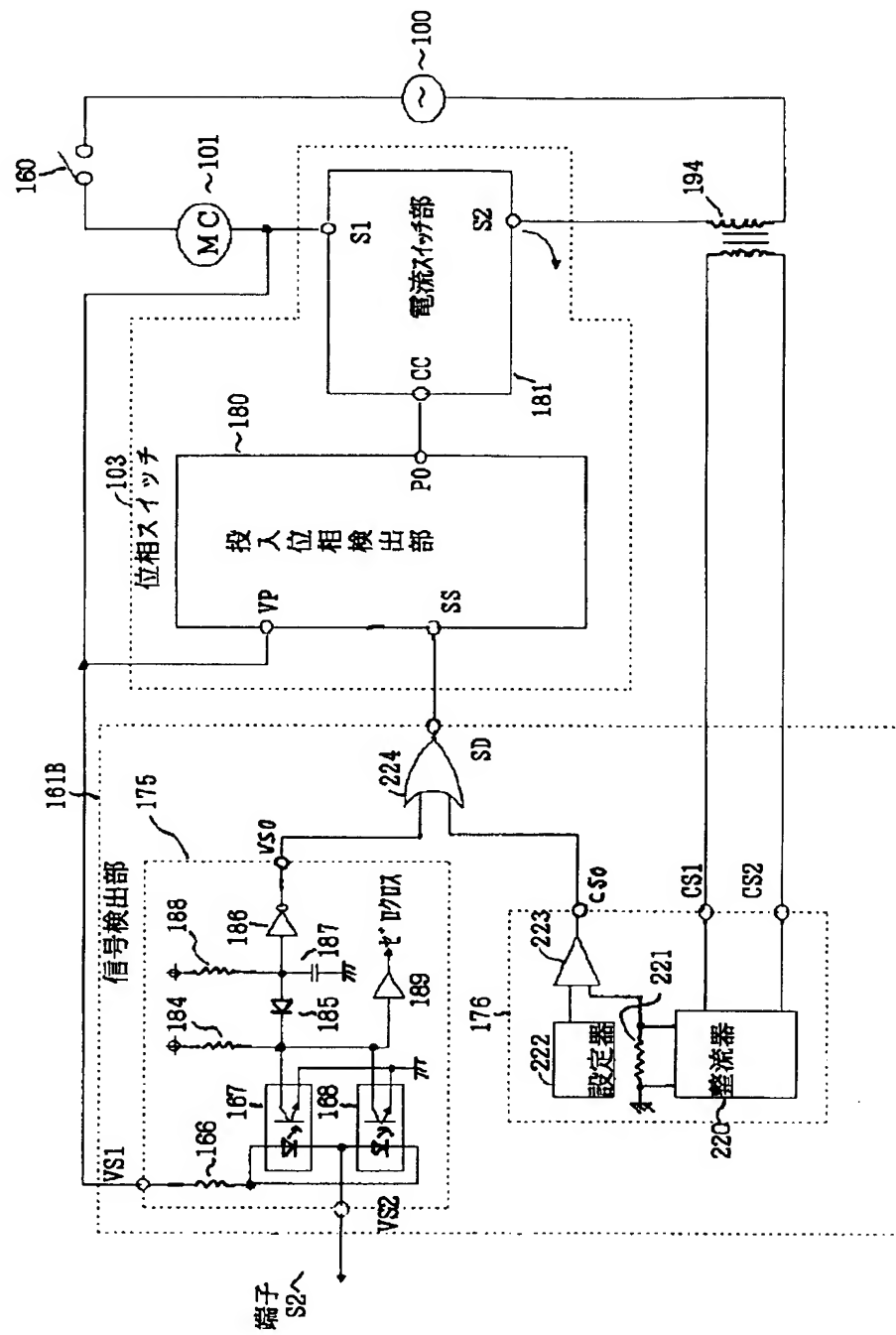
【図13】



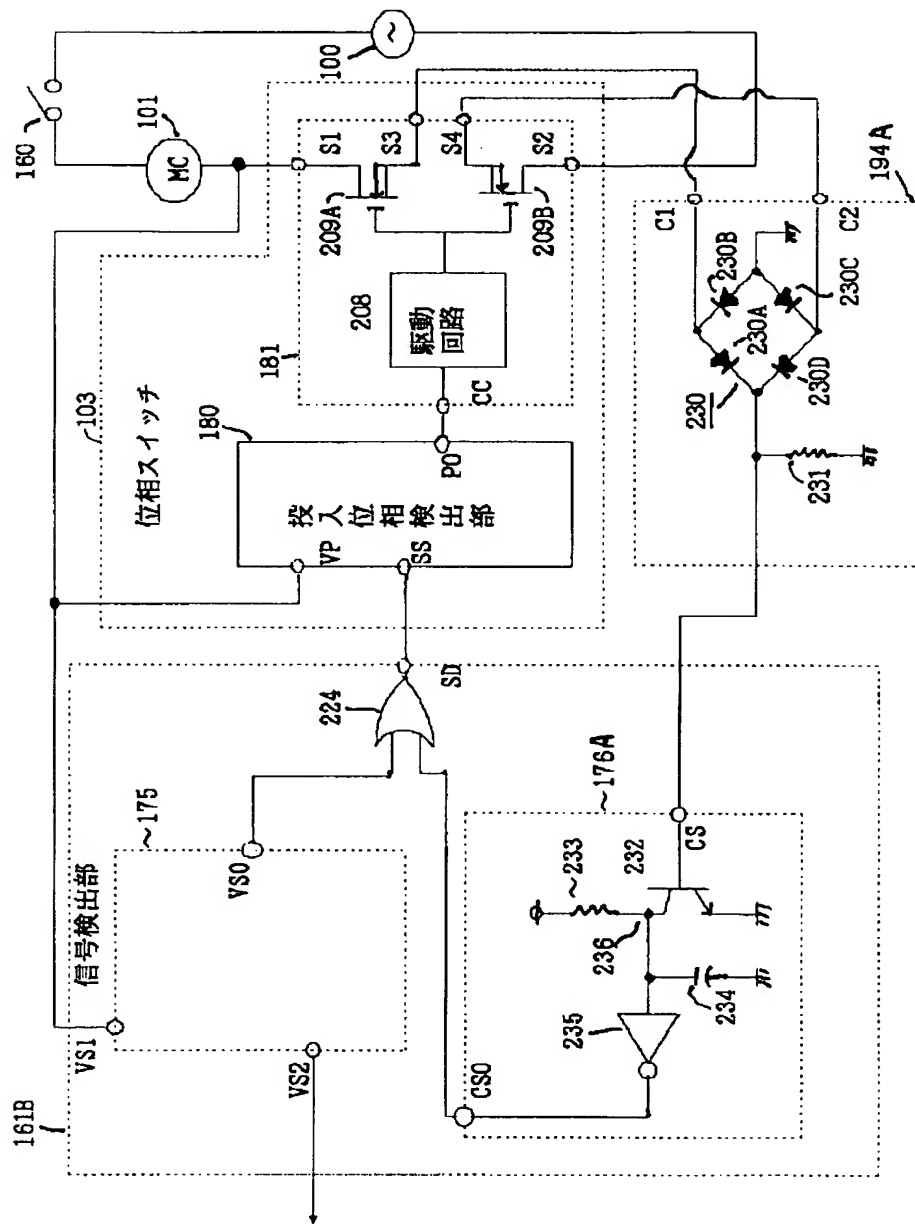
【図 1 1】



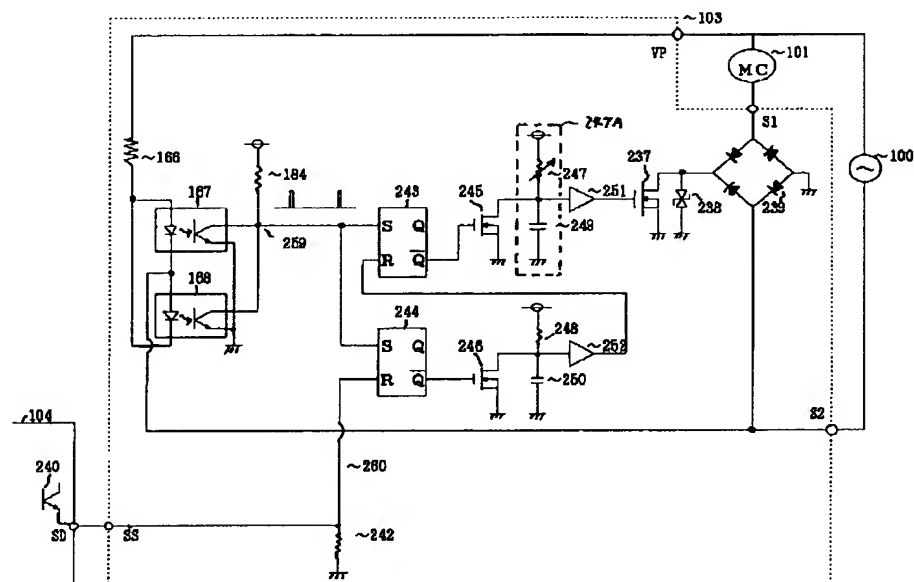
【図14】



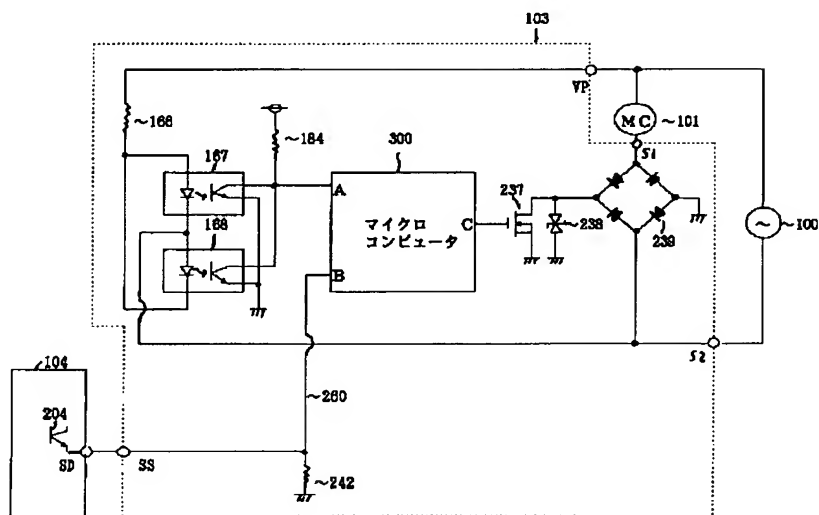
【図 15】



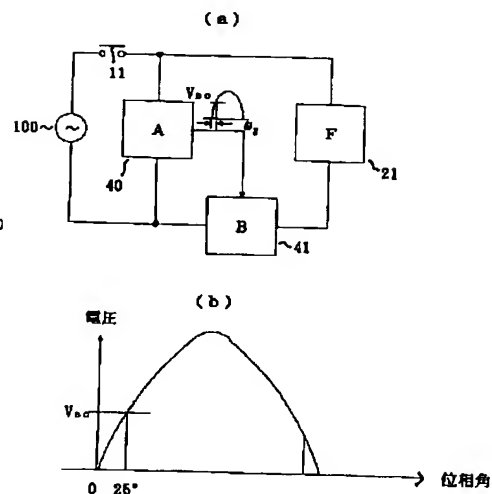
【図16】



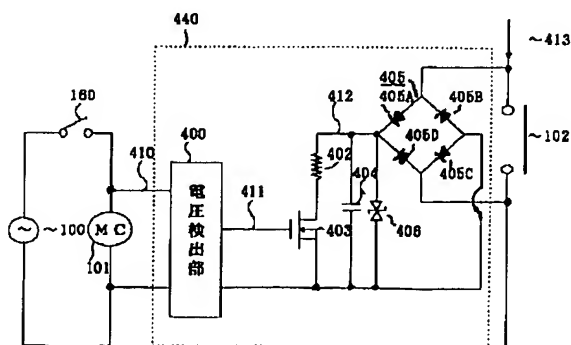
【図17】



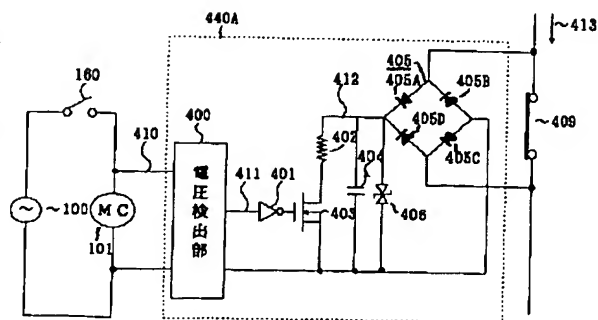
【図27】



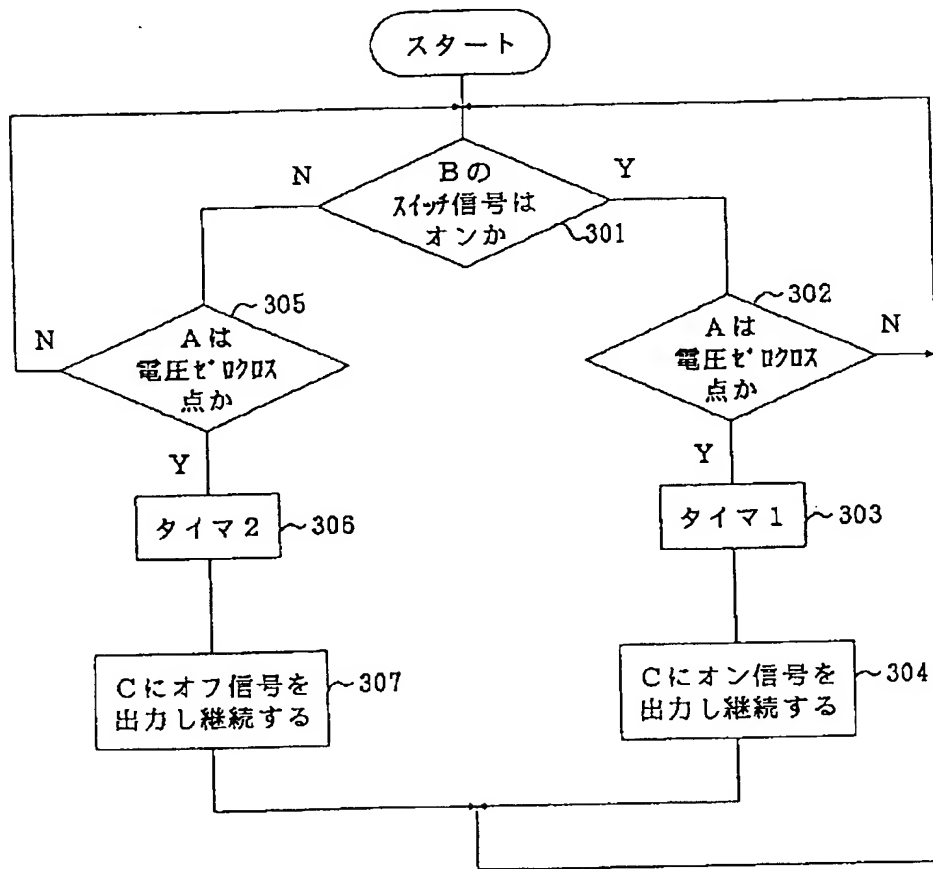
【図22】



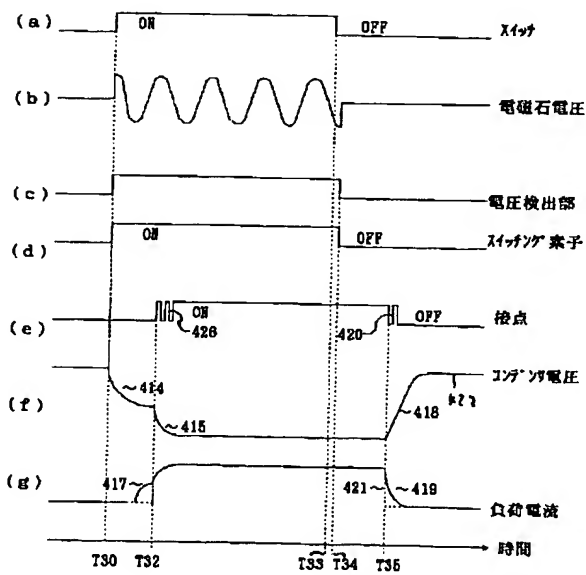
【図24】



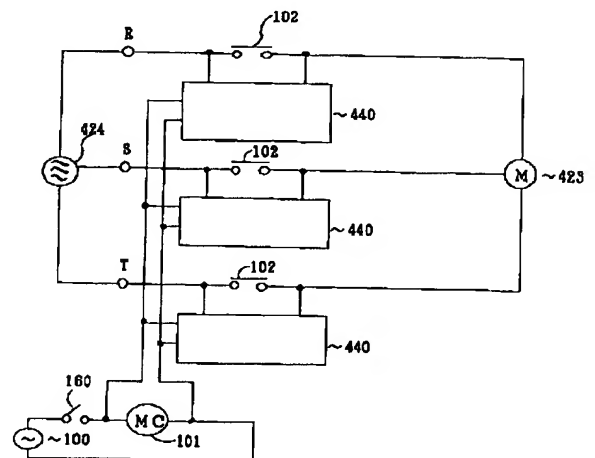
【図18】



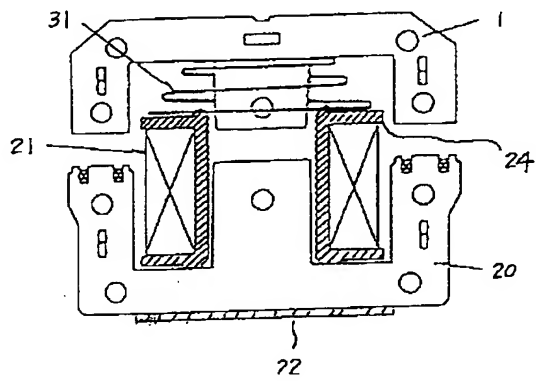
【図23】



【図25】



【図26】



【図28】

